

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання розрахунково-графічної роботи (контрольної роботи)
з навчальної дисципліни

«ОСНОВИ ТЕОРІЇ СИСТЕМ І
УПРАВЛІННЯ»

*(для студентів 3 курсу денної та 3 курсу заочної форм навчання
напряму підготовки 6.070101–
Транспортні технології (за видами транспорту))*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2016

Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи (контрольної роботи) з навчальної дисципліни «Основи теорії систем і управління» (для студентів 3 курсу денної та 3 курсу заочної форм навчання напряму підготовки 6.070101 – Транспортні технології (за видами транспорту))/ Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : О. В. Прасоленко, І. О. Ткаченко, І. О. Толмачов. – Харків.: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 17 с.

Укладачі : канд. техн. наук О. В. Прасоленко,
канд. техн. наук І. О. Ткаченко,
ас. І. О. Толмачов

Рецензент : **Є. І. Куш**, кандидат технічних наук, доцент Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова.

*Рекомендовано кафедрою транспортних систем і логістики,
протокол №1 від 31 серпня 2016 р.*

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Тема роботи: «Розрахунок обсягу випуску за статичною лінійною моделлю міжгалузевого балансу».

Завдання. Розрахувати обсяг випуску сектора «ТРАНСПОРТ» у прогнозованому періоді за статичною лінійною моделлю міжгалузевого балансу. Вихідні дані для розрахунків за поточний період наведені у таблицях 1- 3.

Теоретичні аспекти. Структурними елементами статистичної лінійної балансової моделі міжгалузевих зв'язків (СЛБМ) є сектори. Сектор – це різні виробничі комплекси міста (регіону, держави). Кожний виробничий комплекс є виробляючим і споживаючим сектором. Наприклад сектор «Транспорт» (Т) – це сукупність усіх систем різних видів транспорту, які функціонують у місті; сектор «Паливно-енергетичний комплекс» (ПЕК) – сукупність виробництв, що забезпечують вимоги міста в енергоносіях (вугілля, нафта, газ, електроенергія); сектор «Виробництва» (В) – галузі економіки, що не включені в інші сектори.

Крім виробничих секторів модель включає ще сектор кінцевого споживання. Кінцеве споживання – це споживання, направлене не на виробництво товарів та послуг, а на задоволення вимог людей, які мешкають на території міста.

Валовий випуск – обсяг продукції (або роботи, послуг), виробленої на підприємстві за визначених Період, у грошовому вираженні.

Призначення моделі – визначити необхідну зміну валового випуску даного сектора і міжгалузевих зв'язків при різних варіантах зміни сектора кінцевого споживання. Модель може бути представлена у трьох формах:

- матричній;
- табличній;
- графічній.

Структура моделі у графічній формі наведена на рисунку 1.1

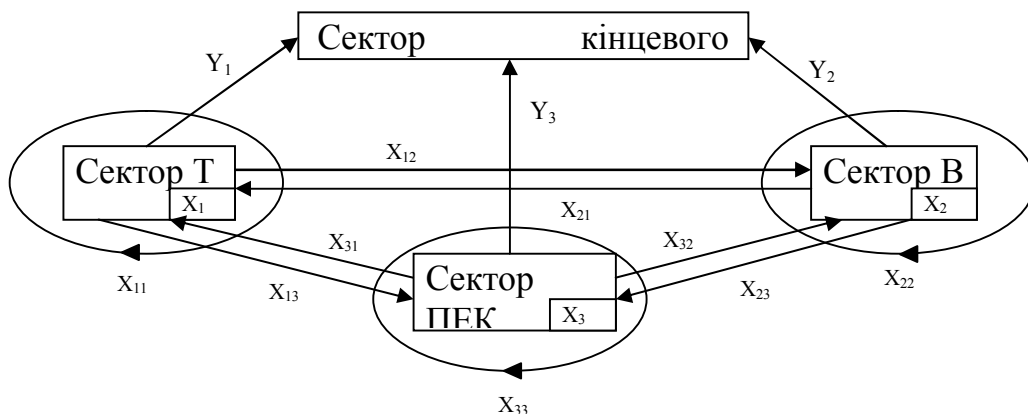


Рисунок 1.1 – Статистична лінійна балансова модель міжгалузевих зв'язків:

x_{ij} – потік товарів та послуг із i -го сектора в j -й;

Y_i – поставки у сектор кінцевого споживання

Вхідні дані. За перший сектор у моделі приймається сектор «Транспорт», за другий «Виробництво», за третій – «Паливно-енергетичний комплекс». Вихідні дані для розрахунків за поточний період наведені у таблицях 1, 2 та 3.

Кожний студент отримує тризначний номер варіанта і обирає вихідні дані згідно з правилом: перша цифра варіанта вказує на номер варіанта з таблиці 1, друга – на номер варіанта з таблиці 2 і третя – з таблиці 3.

Таблиця 1 – Потоки сектора «Транспорт», млн грн

Назва потоку	Номер варіанта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Власне споживання сектора «Транспорт» (X_{11})	189	183	18	127	56	159	59	123	172	151
Поставки сектора «Транспорт» у сектор «Виробництво» (X_{12})	2560	1759	3628	2607	2806	785	3094	4016	3640	3410
Поставки сектора «Транспорт» у сектор кінцевого споживання (Y_1)	12670	13649	23738	14717	39016	4895	14183	5121	23330	4320

Таблиця 2 – Потоки сектора «Виробництво», млн грн

Назва потоку	Номер варіанта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Поставки сектора «Виробництво» у сектор «Транспорт» (X_{21})	690	285	548	212	231	508	449	626	888	676
Власне споживання сектора «Виробництво» (X_{22})	25603	28772	42784	94048	34262	41164	54416	89348	56813	74836
Поставки сектора «Виробництво» у сектор кінцевого споживання (Y_2)	56005	39250	28646	59685	55526	56444	43366	75428	64743	93906

Таблиця 3 – Значення коефіцієнтів для розрахунку потоків секторів

Коефіцієнт	Номер варіанта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
κ_1	2/3	1/3	1	1/4	2/3	3/4	1	3/4	1/3	2/3
κ_2	2/3	1/4	1/3	1	1	3/4	1/3	1	1/4	2/3
κ_3	1/2	1	1/3	3/4	1/4	1/2	3/4	1/3	1/5	1/2
κ_4	3	4	5	2	1	3	2	4	5	3
κ_5	3/4	1/5	1/4	2/3	1/3	1	1/4	1/5	3/4	1/2
h_1	1,03	1,07	0,95	1,16	1,10	1,15	0,89	0,96	1,03	0,85
h_2	0,85	0,95	1,05	1,06	1,10	1,19	0,91	0,86	1,04	1,00
h_3	1,00	1,02	1,05	1,03	1,00	1,00	1,01	1,08	1,00	1,00
g_2	1,02	1,05	1,03	1,08	1,00	1,02	1,00	1,09	1,12	1,10
g_3	1,06	1,00	1,08	1,07	1,00	0,89	0,93	1,00	0,82	1,00

Вказівки до виконання роботи

1 Визначити потоки сектора ПЕК, використовуючи значення поставок сектора «Транспорт». Точність розрахунків у першому пункті – один знак після коми:

$$x_{13} = x_{12} \cdot k_1;$$

$$x_{23} = x_{22} \cdot k_2;$$

$$x_{33} = x_{22} \cdot k_3; \quad (1)$$

$$x_{31} = x_{21} \cdot k_4;$$

$$x_{32} = x_{22} \cdot k_5.$$

Поставки сектора «Паливно-енергетичний комплекс» у сектор кінцевого споживання (Y_3) зв'язані залежністю:

$$Y_3 = \frac{1}{3} \cdot Y_2. \quad (2)$$

Розрахувати валовий випуск кожного сектора X_i за наступний період:

$$X_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} + Y_i, \quad (3)$$

де n – кількість секторів у розглянутій моделі;

x_{ij} – поставки i -го сектора в j -й сектор, млн грн;

Y_i – поставки i -го сектора в сектор кінцевого споживання, млн грн.

2 Подати отримані дані у матричному вигляді, тобто записати СЛБМ:

$$\begin{vmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} & Y_1 & X_1 \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} & Y_2 & X_2 \\ x_{31} & x_{32} & x_{33} & Y_3 & X_3 \end{vmatrix}. \quad (4)$$

2.1 На основі визначеної в попередньому пункті моделі міжгалузевих зв'язків (3.4) розрахувати матрицю коефіцієнтів прямих витрат A . Елементи матриці a_{ij} визначають за формулою:

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j}, \quad (5)$$

де X_j – валовий випуск j -го сектора, млн грн.

Точність розрахунків тут і далі – три знаки після коми. Матриця коефіцієнтів прямих витрат записується у такому вигляді:

$$A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}. \quad (6)$$

2.2 Розрахувати матрицю коефіцієнтів повних витрат B . Для розрахунку матриці використовуємо матричну формулу:

$$B = |E - A|^{-1}, \quad (7)$$

де E – одинична матриця.

$$B = \begin{vmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{vmatrix}, \quad E = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}.$$

Вводимо позначення

$$D = |E - A|, \quad (8)$$

тоді в лінійному вигляді матрицю D розраховуємо за виразом:

$$D = \begin{vmatrix} 1 - a_{11} & 0 - a_{12} & 0 - a_{13} \\ 0 - a_{21} & 1 - a_{22} & 0 - a_{23} \\ 0 - a_{31} & 0 - a_{32} & 1 - a_{33} \end{vmatrix}. \quad (9)$$

Для одержання матриці B необхідно згорнути матрицю D за залежністю:

$$B = D^{-1} = \frac{1}{\det D} \begin{vmatrix} d'_{11} & d'_{12} & d'_{13} \\ d'_{21} & d'_{22} & d'_{23} \\ d'_{31} & d'_{32} & d'_{33} \end{vmatrix}^T, \quad (10)$$

де $\det D$ – визначник матриці D ;

d'_{ij} – алгебраїчне доповнення ij -го елемента матриці D ;

T – означає транспоновану матрицю

Визначник (детермінант) – це число D , утворене з n^2 чисел d_{ij} елементів, які розташовані в квадратну таблицю з n рядків і n стовбців.

Визначник можна розрахувати за правилом «Саррюса» (див. рис. 2). Для визначників другого і третього порядків формули розрахунків такі:

$$\det D = d_{11}d_{22} - d_{12}d_{21}, \quad (11)$$

$$\det D = d_{11}d_{22}d_{33} + d_{12}d_{23}d_{31} + d_{13}d_{21}d_{32} - d_{13}d_{22}d_{31} - d_{11}d_{23}d_{32} - d_{12}d_{21}d_{33} \quad (12)$$

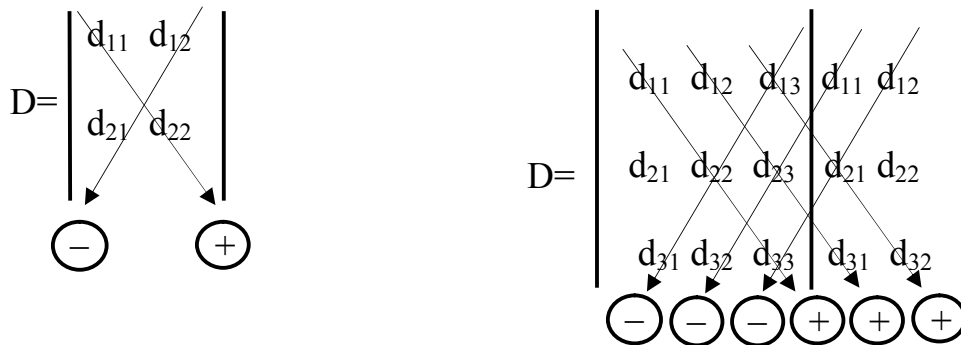


Рисунок 2 – Розрахунок визначника за правилом Саррюса

Точність розрахунку визначника – вісім знаків після коми. Розрахувати значення алгебраїчних доповнень. Алгебраїчне доповнення ij -го елемента матриці – це мінор (M_{ij}) елемента, помножений на $(-1)^{i+j}$:

$$d'_{ij} = M_{ij} \cdot (-1)^{i+j}. \quad (13)$$

Мінор – це визначник під матрицею, який отримають викреслюванням i -го рядка і j -го стовпчика вихідної матриці.

Транспонування матриці – це таке перетворення вихідної матриці, в результаті якого рядки вихідної матриці стануть рядками результуючої матриці.

2.3 Перевірити правильність обертання матриці B .

Після отримання матриці B перевіряємо правильність її обертання, для чого розраховуємо матрицю K :

$$K = B \cdot D . \quad (14)$$

Для отримання ij -го елемента матриці K при множенні матриць B і D необхідно елементи i -го рядка матриці B помножити на відповідні елементи j -го стовпчика матриці D , а потім скласти розраховані добутки. Сума цих перетворень і дасть шуканий елемент результуючої матриці.

Матриця K записуємо у вигляді:

$$K = \begin{vmatrix} k_{11} & k_{12} & k_{13} \\ k_{21} & k_{22} & k_{23} \\ k_{31} & k_{32} & k_{33} \end{vmatrix} . \quad (15)$$

Потім перевіряємо рівність матриць K і E . Елементи матриць вважаються рівними, якщо різниця між ними існує тільки у третьому знаку після коми:

$$k_{ij} = e_{ij}, \text{ при } |k_{ij} - e_{ij}| < 0,01. \quad (16)$$

Матриці рівні між собою, якщо рівні всі їхні елементи, тобто для кожної пари елементів виконується умова (16). Якщо $K \neq E$, перевіряється правильність розрахунку матриці B .

3 Визначити необхідні зміни валового випуску і міжсекторних потоків при зміні векторів кінцевого споживання.

Наприклад, поставки сектора «Транспорт» у сектор кінцевого споживання у плановий період збільшуються на 10 %, при цьому в інших секторах змін не відбувається. Визначаємо необхідну величину поставок сектора «Транспорт» у сектор кінцевою споживання:

$$Y'_1 = 1,1 \cdot Y_1, \quad Y'_2 = Y_2, \quad Y'_3 = Y_3 \quad (17)$$

Тут і далі апостроф позначає належність елемента до планового періоду.

Розраховуємо нове значення валового випуску трьох виробничих секторів за формулою:

$$X'_i = \sum_{j=1}^n b_{ij} Y'_j . \quad (18)$$

За матрицею коефіцієнтів прямих витрат A знаходимо нові значення міжсекторних потоків:

$$x'_{ij} = a_{ij} \cdot Y'_j. \quad (19)$$

Отримані результати рекомендується навести у вигляді матриці СЛБМ:

$$\begin{vmatrix} x'_{11} & x'_{12} & x'_{13} & Y'_1 & X'_1 \\ x'_{21} & x'_{22} & x'_{23} & Y'_2 & X'_2 \\ x'_{31} & x'_{32} & x'_{33} & Y'_3 & X'_3 \end{vmatrix}. \quad (20)$$

Валовий випуск секторів і міжсекторних потоків порівнюємо з базовим варіантом матриці, яка розрахована за (4) для формулювання висновків. Висновки треба подати у вигляді тексту та порівняльної діаграми.

4 Визначення необхідних змін валового випуску сектора «Транспорт» при зміні векторів кінцевого споживання і валового випуску інших секторів.

Визначають величини поставок усіх секторів у сектор кінцевого споживання, а також валовий випуск секторів «Виробництво» і «Паливно-енергетичний комплекс» за формулами:

$$\begin{aligned} Y'_1 &= h_1 \cdot Y_1, \\ Y'_2 &= h_2 \cdot Y_2, \\ Y'_3 &= h_3 \cdot Y_3; \\ X'_2 &= g_2 \cdot X_2, \\ X'_3 &= g_3 \cdot X_3, \end{aligned} \quad (21)$$

де h_1, h_2, h_3 – коефіцієнти відповідних секторів, що вказують на зміну векторів сектору кінцевого споживання;

g_2, g_3 – коефіцієнти, що вказують на зміну валового випуску секторів «Виробництво» і «Паливно-енергетичний комплекс».

На підставі залежностей (18) і (22) визначають всі можливі моделі для розрахунку валового випуску сектора «Транспорт», за якими розраховують різноманітні його значення:

$$X'_i = \sum_j^n a_{ij} X'_j + Y'_i. \quad (22)$$

Для одержання моделей за залежністю (22) послідовно змінюється значення індексу i в межах від 1 до 3 і в кожному з варіантів моделі значення валового випуску сектора «Транспорт» виражається через інші змінні.

5 Зробити висновки за результатами роботи. Висновки формулюють на підставі результатів виконання пунктів 5 і 6. У пункті 5 виділяють міжсекторні

потоки, які найбільшою мірою змінюються при 10-ти процентному збільшенні обсягу поставок сектора «Транспорт» у сектор кінцевого споживання. Пункт 6 повинен містити зміст про можливість використання моделей для прогнозування обсягу роботи сектора «Транспорт».

Приклад

Завдання. Розрахувати обсяг випуску сектора «ТРАНСПОРТ» у прогнозованому періоді за статичною лінійною моделлю міжгалузевого балансу. Вихідні дані для розрахунків за поточний період наведені у таблицях 4, 5.

Таблиця 4 – Значення потоків секторів, млн грн.

Варіант № 400					
Назва потоків сектора «Транспорт»			Назва потоків сектора «Виробництво»		
Власне споживання (x_{11})	Поставки у сектор «Виробництво» (x_{12})	Поставки у сектор кінцевого споживання (Y_1)	Поставки у сектор «Транспорт» (x_{21})	Власне споживання (x_{22})	Поставки у сектор кінцевого споживання (Y_2)
56	4806	3916	680	27603	46005

Таблиця 5 – Значення коефіцієнтів для розрахунку потоків секторів

Позначення коефіцієнта									
k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	h_1	h_2	h_3	g_2	g_3
2/3	2/3	1/2	2	3/4	1,03	0,85	1,00	1,02	1,06

Розв'язання

1 Складемо статистичну лінійну балансову модель міжгалузевих зв'язків.

1.1 Використовуючи формули (1) і (2), визначимо потоки сектора ПЕК.

$$x_{13} = x_{12} \cdot 2/3 = 4806 \cdot 2/3 = 3204 \text{ млн грн};$$

$$x_{23} = x_{22} \cdot 2/3 = 27603 \cdot 2/3 = 18402 \text{ млн грн};$$

$$x_{33} = x_{22} \cdot 1/2 = 27603 \cdot 1/2 = 13802 \text{ млн грн};$$

$$x_{31} = x_{21} \cdot 2 = 680 \cdot 2 = 1360 \text{ млн грн};$$

$$x_{32} = x_{22} \cdot 3/4 = 27603 \cdot 3/4 = 20702 \text{ млн грн};$$

$$Y_3 = 1/3 \cdot Y_2 = 1/3 \cdot 46005 = 15335 \text{ млн грн}.$$

1.2 Розрахуємо валовий випуск кожного сектора X_i за наступний період за формулою (3):

$$X_1 = \sum_{j=1}^n x_{1j} + Y_1 = x_{11} + x_{12} + x_{13} + Y_1 = 56 + 4806 + 3204 + 3916 = 11982 \text{ млн грн};$$

$$X_2 = x_{21} + x_{22} + x_{23} + Y_2 = 680 + 27603 + 18402 + 46005 = 92690 \text{ млн грн};$$

$$X_3 = x_{31} + x_{32} + x_{33} + Y_3 = 1360 + 20702 + 15802 + 15335 = 51199 \text{ млн грн}.$$

2. Отримані дані записуємо в матричному вигляді, тобто складаємо СЛБМ:

$$\begin{vmatrix} 56 & 4806 & 3204 & 3916 & 11982 \\ 680 & 27603 & 18402 & 46005 & 92690 \\ 1360 & 20702 & 13802 & 15335 & 51199 \end{vmatrix}.$$

Визначимо валовий випуск секторів із застосуванням СЛБМ.

2.1 На основі визначеної в попередньому пункті моделі міжгалузевих зв'язків і використовуючи формулу (5), розрахуємо матрицю коефіцієнтів прямих витрат A :

$$a_{11} = \frac{x_{11}}{X_1} = \frac{56}{11982} = 0,005; \quad a_{12} = \frac{x_{12}}{X_2} = \frac{4806}{92690} = 0,052; \quad a_{13} = \frac{x_{13}}{X_3} = \frac{3204}{51199} = 0,063;$$

$$a_{21} = \frac{x_{21}}{X_1} = \frac{680}{11982} = 0,057; \quad a_{22} = \frac{x_{22}}{X_2} = \frac{27603}{92690} = 0,298; \quad a_{23} = \frac{x_{23}}{X_3} = \frac{18402}{51199} = 0,359;$$

$$a_{31} = \frac{x_{31}}{X_1} = \frac{1360}{11982} = 0,114; \quad a_{32} = \frac{x_{32}}{X_2} = \frac{20702}{92690} = 0,223; \quad a_{33} = \frac{x_{33}}{X_3} = \frac{15335}{51199} = 0,270.$$

Матриця коефіцієнтів прямих витрат має вигляд:

$$A = \begin{vmatrix} 0,005 & 0,052 & 0,063 \\ 0,057 & 0,298 & 0,359 \\ 0,114 & 0,223 & 0,270 \end{vmatrix}.$$

2.2 Визначимо матрицю коефіцієнтів повних витрат B . Використовуючи формули (8), (9), розрахуємо матрицю D :

$$D = \begin{vmatrix} 1 - 0,005 & 0 - 0,052 & 0 - 0,063 \\ 0 - 0,057 & 1 - 0,298 & 0 - 0,359 \\ 0 - 0,114 & 0 - 0,223 & 1 - 0,270 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0,995 & -0,052 & -0,063 \\ -0,057 & 0,702 & -0,359 \\ -0,114 & -0,223 & 0,730 \end{vmatrix}.$$

Після розрахунку матриці D проведемо її обертання за формулою (10), при цьому необхідно використати формули (12), (13):

$$\begin{aligned} \det D &= d_{11}d_{22}d_{33} + d_{12}d_{23}d_{31} + d_{13}d_{21}d_{32} - d_{13}d_{22}d_{31} - d_{11}d_{23}d_{32} - d_{12}d_{21}d_{33} = \\ &= [0,995 \cdot 0,702 \cdot 0,73] + [(-0,052) \cdot (-0,359) \cdot (-0,114)] + \\ &+ [(-0,063) \cdot (-0,057) \cdot (-0,223)] - [(-0,063) \cdot 0,702 \cdot (-0,114)] - \\ &- [0,995 \cdot (-0,359) \cdot (-0,223)] - [(-0,052) \cdot (-0,057) \cdot 0,73] = 0,421. \end{aligned}$$

Визначимо алгебраїчне доповнення елементів матриці D . Наприклад, для визначення елемента d'_{11} викреслюємо перший рядок і перший стовпчик з матриці D , а елементи, що залишилися, утворюють шукану субматрицю, яку помножимо на (-1) у степені $(1+1)$:

$$\begin{aligned} d'_{11} &= M_{11} \cdot (-1)^{(1+1)} = \begin{vmatrix} d_{22} & d_{23} \\ d_{32} & d_{33} \end{vmatrix} \cdot (-1)^{(1+1)} = [(d_{22} \cdot d_{33} - d_{23} \cdot d_{32})] \cdot (-1)^2 = [(0,702 \cdot 0,73) - \\ &- (-0,359) \cdot (-0,223)] \cdot (-1)^2 = 0,432. \end{aligned}$$

Матриця B має наступний вигляд:

$$\begin{aligned} B &= \frac{1}{\det D} \begin{vmatrix} d'_{11} & d'_{12} & d'_{13} \\ d'_{21} & d'_{22} & d'_{23} \\ d'_{31} & d'_{32} & d'_{33} \end{vmatrix}^T = \frac{1}{0,420} \begin{vmatrix} 0,432 & 0,083 & 0,093 \\ 0,052 & 0,719 & 0,228 \\ 0,063 & 0,360 & 0,696 \end{vmatrix}^T = \\ &= \frac{1}{0,420} \begin{vmatrix} 0,432 & 0,052 & 0,063 \\ 0,083 & 0,719 & 0,360 \\ 0,093 & 0,228 & 0,696 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1,028 & 0,124 & 0,150 \\ 0,198 & 1,711 & 0,857 \\ 0,221 & 0,542 & 1,656 \end{vmatrix}. \end{aligned}$$

2.3 Перевіримо правильність обертання матриці B . Для цього розрахуємо матрицю K . Наприклад, для перших елементів матриці K маємо:

$$k_{11} = 1,028 \cdot 0,995 + 0,124 \cdot (-0,057) + 0,15 \cdot (-0,114) = 1,023 - 0,024 = 0,999;$$

$$k_{12} = 1,028 \cdot (-0,005) + 0,124 \cdot 0,702 + 0,15 \cdot (-0,223) = -0,053 + 0,087 - 0,033 = 0,001.$$

$$K = \begin{vmatrix} 0,999 & 0,0001 & 0,000 \\ 0,001 & 1,0000 & 0,0003 \\ 0,0001 & 0,0004 & 1,000 \end{vmatrix}.$$

Різниця між елементами матриць K і E задовольняє вимозі (16), тому матриця B розрахована правильно.

3 Визначимо зміни валового випуску і міжсекторних потоків при зміні векторів кінцевого споживання.

У перспективному періоді збільшуються на 10% поставки сектора «Транспорт» у сектор кінцевого споживання, при цьому в інших секторах змін не відбуваються:

$$Y'_1 = 1,1 \cdot Y_1 = 1,1 \cdot 3916 = 4307,6 \text{ млн грн},$$

$$Y'_2 = Y_2 = 46005 \text{ млн грн},$$

$$Y'_3 = Y_3 = 15335 \text{ млн грн}.$$

Розрахуємо нове значення валового випуску трьох виробничих секторів використовуючи формулу (18):

$$X'_1 = b_{11} \cdot Y'_1 + b_{12} \cdot Y'_2 + b_{13} \cdot Y'_3 = 1,028 \cdot 4307,6 + 0,124 \cdot 46005 + 0,15 \cdot 15335 = 12433 \text{ млн грн};$$

$$X'_2 = b_{21} \cdot Y'_1 + b_{22} \cdot Y'_2 + b_{23} \cdot Y'_3 = 0,198 \cdot 4307,6 + 1,711 \cdot 46005 + 0,857 \cdot 15335 = 92709,5 \text{ млн грн};$$

$$X'_3 = b_{31} \cdot Y'_1 + b_{32} \cdot Y'_2 + b_{33} \cdot Y'_3 = 0,221 \cdot 4307,6 + 0,542 \cdot 46005 + 1,656 \cdot 15335 = 51281 \text{ млн грн}.$$

З використанням матриці коефіцієнтів прямих витрат A знайдемо нові значення міжсекторних потоків, наприклад:

$$x'_{11} = a_{11} \cdot Y'_1 = 0,005 \cdot 12433 = 62,165 \text{ млн грн};$$

$$x'_{12} = a_{12} \cdot Y'_2 = 0,052 \cdot 92709,5 = 4820,9 \text{ млн грн}.$$

Отримані результати наведені у вигляді матриці СЛБМ:

$$\begin{vmatrix} x'_{11} & x'_{12} & x'_{13} & Y'_1 & X'_1 \\ x'_{21} & x'_{22} & x'_{23} & Y'_2 & X'_2 \\ x'_{31} & x'_{32} & x'_{33} & Y'_3 & X'_3 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 62,165 & 4820,9 & 3230,7 & 4307,6 & 12433 \\ 708,681 & 27627,43 & 18410 & 46005 & 92709,5 \\ 1417,362 & 20674,218 & 13845,87 & 15335 & 51281 \end{vmatrix}.$$

Валовий випуск секторів і міжсекторних потоків порівнюють з базовим варіантом матриці, що розрахована за (4).

Наприклад, $x_{11}=56$ млн грн,

$x'_{11} = 62,165$ млн грн, тобто власне споживання сектора «Т» збільшилось на 11%;

$x'_{33} = 15335$ млн грн,

$x_{33} = 13845,87$ млн грн, тобто власне споживання сектора «ТЕК» зменшилось на 9,71 %.

Висновки у вигляді тексту та порівняльної діаграми навести в пункті 5.

4 Визначимо зміни валового випуску сектора «Транспорт» при зміні векторів кінцевого споживання і валового випуску секторів «Виробництво» і «Паливно-енергетичний комплекс»:

$$Y'_1 = h_1 \cdot Y_1 = 1,03 \cdot 3916 = 4033,5 \text{ млн грн};$$

$$Y'_2 = h_2 \cdot Y_2 = 0,85 \cdot 46005 = 39104,3 \text{ млн грн};$$

$$Y'_3 = h_3 \cdot Y_3 = 1,0 \cdot 15335 = 15335 \text{ млн грн};$$

$$X'_2 = g_2 \cdot X_2 = 1,02 \cdot 92690 = 94543,8 \text{ млн грн};$$

$$X'_3 = g_3 \cdot X_3 = 1,06 \cdot 51199 = 54271 \text{ млн грн}.$$

Використовуючи залежність (18) визначимо валовий випуск сектора «Т» на перспективний період при зміні поставок у сектор кінцевого споживання:

$$X'_1 = \sum_{j=1}^n b_{ij} \cdot Y'_j = b_{11} \cdot Y'_1 + b_{12} \cdot Y'_2 + b_{13} \cdot Y'_3 = 1,028 \cdot 4033,5 + 0,124 \cdot 39104,3 + 0,15 \cdot 15335 = 11295,6 \text{ млн грн}.$$

На підставі виразу (22) визначимо всі можливі моделі для розрахунку валового випуску сектора «Транспорт». Для одержання моделей за залежністю (22) послідовно змінюємо значення індексу i у межах від 1 до 3.

$$X'_1 = \sum_j^n a_{ij} X'_j + Y'_i = a_{11} \cdot X'_1 + a_{12} \cdot X'_2 + a_{13} \cdot X'_3 + Y'_1 = 0,005 \cdot 11295,6 + 0,052 \cdot 94543,8 + \\ + 0,063 \cdot 54271 + 4033,5 = 12425,3 \text{ млн грн};$$

$$X'_1 = \sum_j^n a_{ij} X'_j + Y'_i = a_{21} \cdot X'_1 + a_{22} \cdot X'_2 + a_{23} \cdot X'_3 + Y'_1 = 0,057 \cdot 11295,6 + 0,298 \cdot 94543,8 + \\ + 0,359 \cdot 54271 + 39104,3 = 87405 \text{ млн грн};$$

$$X'_1 = \sum_j^n a_{ij} X'_j + Y'_i = a_{31} \cdot X'_1 + a_{32} \cdot X'_2 + a_{33} \cdot X'_3 + Y'_1 = 0,114 \cdot 11295,6 + 0,223 \cdot 94543,8 + \\ + 0,27 \cdot 54271 + 15335 = 52359 \text{ млн грн}.$$

Для кожного з варіантів моделі значення валового випуску сектора «Транспорт» зробити висновки щодо можливості використання моделей для прогнозування обсягу роботи сектора та навести їх у пункті 5.

5 Висновки за результатами роботи.

Запитання для самоперевірки

1. Для чого призначена СЛБМ?
2. Дати визначення сектора СЛБМ. Які сектори застосовані в моделі?
3. Обґрунтувати, чому модель міжгалузевих зв'язків називають статистичною?
4. Навести загальну структуру СЛБМ у графічному, табличному й матричному виглядах.
5. Як визначити за моделлю міжгалузевих зв'язків зміни сектора «Т» при зміні поставок у сектор кінцевого споживання та потоків інших секторів.
6. В якій послідовності виконують у моделі прогнозування розвитку транспортної системи?
7. Який сенс має матриця коефіцієнтів прямих витрат при розрахунку потоків?
8. Яким принципом треба керуватися при впорядкуванні матриці міжсекторних потоків.
9. Як виконують обертання матриць та перевірку обертання матриць?
10. Як виконують трансформування матриць? Навести приклади.
11. Що таке мінор матриці? Як його визначити?
12. Що таке алгебраїчне доповнення елемента матриці? Навести приклади.
13. Що таке визначник? Яким чином розраховують визначник другого, третього, четвертого порядків? Навести приклад у загальному вигляді.
14. Виконання, якої умови свідчить про рівність матриць?
15. Як виконують помноження матриць. Навести приклад помноження матриць третього порядку у загальному вигляді?

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Ефремов И. С. Теория городских пассажирских перевозок : учеб. / И. С. Ефремов, В. И. Кобозев, В. А. Юдин. – М. : Высш. шк., 1980. – 526 с.
2. Варелопуло Г. А. Организация движения и перевозок на городском пассажирском транспорте: учебн. пособие / Г. А. Варелопуло. – М. : Транспорт, 1990. – 208 с.
3. Фишельсон М. С. Транспортная планировка городов. / М. С. Фишельсон. – М. : Высш. шк., 1985. – 239 с.
4. Самойлов Д. С. Городской транспорт: учебн. пособие / Д. С. Самойлов. – М. : Стройиздат, 1983. – 384 с.

Навчальне видання

Методичні вказівки
до виконання розрахунково-графічної роботи
(контрольної роботи)
з навчальної дисципліни

«ОСНОВИ ТЕОРІЇ СИСТЕМ І УПРАВЛІННЯ»

*(для студентів 3 курсу денної та 3 курсу заочної форм навчання
напряму підготовки 6.070101–
Транспортні технології (за видами транспорту))*

Укладачі **ПРАСОЛЕНКО** Олексій Володимирович,
ТКАЧЕНКО Ірина Олександрівна,
ТОЛМАЧОВ Ілля Олександрович

Відповідальний за випуск *О. М. Ярмак*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *І. О. Ткаченко*

План 2016, поз. 207 М

Підп. до друку 13.12. 2016 р.

Друк на ризографі

Тираж 50 пр.

Формат 60x84/16

Ум. друк. арк. 1,3

Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 4705 від 28.03.2014 р.